

## EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA *BACILLUS SUBTILIS* BNt 8 DAN PESTISIDA NABATI UNTUK PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR PELEPAH DAN UPIH DAUN JAGUNG

Nurasiah Djaenuddin & Amran Muis

Balai Penelitian Tanaman Serealia  
Jl. Dr. Ratulangi No.274, Maros 90514  
Email: asia\_dj@ymail.com

### ABSTRACT

**Effectiveness of the biopesticide of *Bacillus subtilis* BNt 8 and botanical pesticide in controlling banded leaf and sheath blight disease on maize.** Banded leaf and sheath blight disease (BLSB) caused by the fungus *Rhizoctonia solani* is difficult to control because it pertained soil borne fungus that can survive in a long time in the soil. Control the disease with synthetic pesticide causing contamination to the environment, so that an environmentally friendly alternative control is needed. This study aimed to obtain a *Bacillus subtilis* formulation as biological agents and selected botanical pesticides that effective to control BLSB in the field. The study was conducted at the Plant Pathology Laboratory of Indonesia Cereals Research Institute in Maros and at the Bajeng Experimental Farm in Gowa, held from February to August 2015. The treatments consists of several botanical pesticides, *B. subtilis* formulation, a synthetic fungicide, positive and negative controls. In vitro test was inhibition test between botanical pesticide with *R. solani* and antagonistic test between the *B. subtilis* and botanical pesticides, each of them consists of 6 treatments and 3 replications, while the field activity consists of test of effectiveness of single treatment and combination between *B. subtilis* formulation and botanical pesticides. The results showed that combination of formulated *B. subtilis* with botanical pesticide of cloves leaves, betel leaves, and turmeric were not significantly different from single treatment of formulated *B. subtilis* and botanical pesticides. Formulated *B. subtilis* suppressed the severity of BLSB as much as 39.1% and yield reached 8.4 t/ha.

---

**Key words:** botanical pesticides, combination biocontrol agents, effectiveness test

### ABSTRAK

**Efektivitas biopestisida *Bacillus subtilis* BNt 8 dan pestisida nabati untuk pengendalian penyakit hawar pelepah dan upih daun jagung.** Penyakit hawar pelepah dan upih daun yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* pengendaliannya sulit dilakukan karena tergolong cendawan tular tanah yang dapat bertahan lama di dalam tanah. Pengendalian penyakit tersebut dengan pestisida sintetik menyebabkan tercemarnya lingkungan sehingga dibutuhkan alternatif pengendalian yang ramah lingkungan, diantaranya adalah penggunaan biopestisida maupun pestisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biopestisida formulasi *Bacillus subtilis* sebagai agens pengendali hayati dan pestisida nabati yang telah diseleksi *in vitro* yang efektif untuk pengendalian penyakit hawar pelepah jagung di lapangan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros dan Kebun Percobaan Bajeng Gowa, berlangsung mulai Februari sampai Agustus 2015. Perlakuan menggunakan beberapa bahan nabati, formulasi *B. subtilis*, fungisida sintetik, kontrol positif dan negatif. Pengujian yang dilakukan secara *in vitro* adalah uji daya hambat antara ekstrak nabati dengan cendawan *R. solani* dan uji antagonis antara *B. subtilis* dan ekstrak nabati masing-masing 6 perlakuan dan 3 ulangan, sedangkan kegiatan lapangan meliputi pengujian efektivitas perlakuan tunggal dan kombinasi antara biopestisida formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi formulasi *B. subtilis* dengan pestisida nabati ekstrak daun cengkeh, daun sirih, dan rimpang kunyit tidak berbeda nyata dengan perlakuan agens hayati dan nabati yang diaplikasikan secara tunggal. Perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis* dapat menekan perkembangan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada jagung dengan persentase serangan 39,1% dan hasil panen mencapai 8,4 t/ha.

---

**Kata kunci:** agens pengendali hayati, kombinasi, pestisida nabati, uji efektivitas

## PENDAHULUAN

Cendawan *Rhizoctonia solani* menyebabkan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada tanaman jagung. Cendawan ini hidup di dalam tanah dalam bentuk sklerotia dan tidak memiliki spora aseksual. Infeksinya dapat mengurangi hasil panen bahkan menyebabkan epidemi penyakit. Salah satu cara pengendalian penyakit hawar pelepah yang lebih bijaksana saat ini adalah kombinasi penggunaan bakteri antagonis sebagai agens pengendali hayati dan pestisida nabati. Pengendalian penyakit tanaman dengan menggunakan biopestisida merupakan alternatif yang bijak dalam memelihara ekosistem lingkungan.

Penelitian pada produk alami yang dapat menggantikan fungisida sintetik atau berkontribusi pada pengembangan agens baru untuk pengendalian penyakit tanaman, telah menarik banyak perhatian dari peneliti (Gimenez *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2010). Penggunaan biopestisida dengan memanfaatkan agens hayati dan pestisida nabati merupakan suatu upaya menjaga lingkungan agar sesuai untuk tanaman dan agens hayati serta tidak sesuai untuk perkembangan patogen. Namun aspek keamanan perlu dipertimbangkan sejak agens hayati dikembangkan. Data tentang keamanan *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati cukup lengkap sehingga disimpulkan agens hayati tersebut aman bagi manusia dan lingkungan (Supriadi, 2006). *B. subtilis* yang diisolasi dari rizosfer bersifat sebagai antagonis terhadap berbagai cendawan fitopatogenik (Grover *et al.*, 2010). Kompatibilitas berbagai jenis pestisida (hayati, nabati, dan sintesis), menunjukkan potensi yang cukup baik untuk mengoptimalkan penggunaannya sekaligus meminimalkan penggunaan pestisida sintesis (Supriadi, 2013). Kunyit, sirih, cengkeh, lengkuas, dan kenikir adalah beberapa tanaman yang dapat dibuat menjadi ekstrak nabati untuk pengendalian penyakit tanaman.

Pada penelitian sebelumnya diperoleh formulasi bakteri antagonis dalam bentuk tepung yang telah diuji keefektifannya terhadap cendawan *R. solani*. Muis (2006) melaporkan bahwa tepung terbukti sebagai media formulasi terbaik untuk mempertahankan jumlah koloni bakteri *B. subtilis*. Hasil identifikasi Rustam *et al.* (2011) menyebutkan bahwa isolat BR2 yang menunjukkan efikasi konsisten yang baik dalam menekan penyakit hawar pelepah *R. solani* pada padi setelah diidentifikasi adalah *B. subtilis*. Bakteri *B. subtilis* memproduksi berbagai senyawa antibiotik antifungal seperti zwittermisin-A, kanosamin, dan lipopeptida dari iturin, surfaktin, dan family fenzisin (Kumar *et al.*, 2009). Namun sejalan dengan falsafah pengelolaan hama terpadu (PHT) saat ini sedang banyak diteliti dan

dikembangkan pengendalian dengan memanfaatkan kombinasi agens hayati dan beberapa pestisida nabati yang efektif untuk mengendalikan penyakit hawar pelepah *R. solani*.

Beberapa penelitian tentang aplikasi kombinasi pengendalian penyakit telah dilakukan. Budi *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemberian isolat tunggal FNP PS-1.5, *Pseudomonas fluorescens* PS-4.8 atau *Trichoderma viridae* PS-2.1 intensitas penyakitnya antara 21,7 % - 32,5 %, sedangkan aplikasi kombinasi formulasi (FNP PS-1.5 + *P. fluorescens* PS-4.8) dan (*T. viridae* PS-2.1 + *P. fluorescens* PS-4.8) intensitas penyakitnya lebih rendah yaitu sebesar 10% dan 12,2% pada tanaman padi di lahan pasang surut. Wartono *et al.* (2012) melaporkan bahwa formulasi bakteri *Burkholderia cepacia* isolat E.76 mampu menekan pertumbuhan cendawan *R. solani* pada tanaman padi secara *in vitro*. Menurut Ali & Nadarajah (2013), kombinasi isolat *Trichoderma* sp. dan *B. subtilis* memberikan hasil yang terbaik dalam mengendalikan cendawan patogen *R. solani* pada tanaman padi.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biopestisida bakteri antagonis *B. subtilis* sebagai agens pengendali hayati dan pestisida nabati yang efektif untuk meningkatkan efikasinya dalam mengendalikan penyakit hawar pelepah dan upih daun jagung yang disebabkan oleh *R. solani* di lapangan.

## METODE PENELITIAN

**Tempat dan Waktu.** Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal), Maros dan Kebun Percobaan Bajeng, Gowa, sejak bulan Februari hingga Agustus 2015.

**Penyediaan Pestisida Nabati.** Pestisida nabati yang digunakan adalah ekstrak daun cengkeh, ekstrak daun sirih, ekstrak kenikir, ekstrak lengkuas, dan ekstrak rimpang kunyit yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang.

### Seleksi Pestisida Nabati

**Uji Daya Hambat Ekstrak Nabati terhadap Cendawan *R. solani* *in vitro*.** Pengujian ini terdiri dari 5 jenis ekstrak nabati yaitu daun sirih, kenikir, rimpang kunyit, daun cengkeh, dan lengkuas, ditambah dengan perlakuan kontrol, sehingga total terdapat 6 perlakuan. Setiap ekstrak nabati diencerkan dengan konsentrasi 2% kemudian masing-masing dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam cawan petri yang telah berisi 10 ml media PDA (Difco™ *Potato Dextrose Agar*), lalu digoyangkan agar homogen. Didiamkan selama 10 menit agar suspensi

terserap pada media. Biakan cendawan *R. solani* diletakkan di bagian tengah petri, lalu diinkubasi selama 3-7 hari. Untuk perlakuan kontrol, hanya ditumbuhkan cendawan *R. solani* pada bagian tengah cawan petri tanpa pemberian ekstrak nabati. Kemampuan ekstrak nabati dalam menghambat perkembangan cendawan *R. solani* adalah dengan mengukur diameter pertumbuhan miselia cendawan menggunakan penggaris.

**Uji Antagonis antara *B. subtilis* dan Ekstrak Nabati *in vitro*.** Ekstrak nabati daun sirih, kenikir, rimpang kunyit, daun cengkeh, dan lengkuas diuji sifat antagonisnya dengan formulasi *B. subtilis* (Difco<sup>TM</sup> Nutrient Agar). Sebanyak 10 ml media NA dituang ke dalam cawan petri dan didinginkan hingga media tersebut padat, kemudian dimasukkan 1 ml ekstrak nabati konsentrasi 2% hingga tersebar merata pada permukaan media (plating), dan didiamkan selama 10 menit agar suspensi terserap pada media. Pada setiap cawan petri ditempatkan potongan kertas saring berdiameter 1 cm yang sebelumnya telah dicelupkan pada suspensi bakteri. Cawan petri tersebut ditutup bagian tepinya dengan parafilm dan diinkubasi pada suhu ruangan selama 24 jam. Untuk perlakuan kontrol, hanya bakteri antagonis *B. subtilis* yang diplating pada media NA tanpa ekstrak nabati. Untuk mengetahui tingkat antagonisme setiap ekstrak nabati dengan *B. subtilis* dilakukan dengan mengukur zona bening sebagai zona hambatan. Semakin jauh jarak zona bening, tingkat antagonismenya makin tinggi.

Kedua pengujian disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, maka data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

### Uji Efektifitas Biopestisida *B. subtilis* dan Pestisida Nabati

**Perbanyakan Patogen *R. solani*.** Inokulum cendawan *R. solani* diisolasi dari tanaman jagung yang menunjukkan gejala penyakit hawar pelepah dan upih daun menggunakan media PDA. Setelah diisolasi, biakan dimurnikan pada media PDA dalam cawan petri lain dan diinkubasi selama 14 hari pada suhu 30 °C. Hasil pemurnian tersebut diperbanyak lagi pada media PDA yang baru. Inokulum patogen *R. solani* yang akan digunakan di lapangan untuk inokulasi penyakit hawar pelepah dan upih daun dibiakkan pada media sekam (200 g/kantong plastik) yang telah disterilkan selama 2 jam pada tekanan 15 pound per square inch (psi) di dalam plastik tahan panas. Inokulum *R. solani* yang akan

dibiakkan dalam media sekam diambil dari cawan petri dengan ukuran 1 cm<sup>2</sup> sebanyak 2 blok. Biakan tersebut disimpan pada suhu kamar selama 2 minggu.

**Pengendalian di Lapangan.** Uji efektivitas dilakukan di KP Bajeng, Gowa pada bulan Maret hingga Juni 2015. Sebanyak 10 perlakuan yang diuji yaitu, perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis*, 3 perlakuan tunggal pestisida nabati terbaik hasil seleksi *in vitro*, 3 perlakuan kombinasi formulasi *B. subtilis* + pestisida nabati terbaik hasil seleksi *in vitro*, fungisida bahan aktif mankozeb, kontrol positif (air steril dengan inokulasi *R. solani*), dan kontrol negatif (air steril tanpa inokulasi *R. solani*). Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan.

Penelitian menggunakan varietas Anoman, ditanam dengan jarak tanam 75 x 20 cm, satu biji perlubang. Perlakuan formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati diberikan sebanyak dua kali, yaitu pada saat perlakuan/perendaman benih dan saat patogen diinokulasikan. Perendaman benih dilakukan selama 24 jam dengan konsentrasi 5 mL/L untuk setiap perlakuan ekstrak nabati dan 8 g/Kg benih untuk perlakuan formulasi. Benih yang telah diberi perlakuan/direndam kemudian ditanam. Tanaman yang berumur 4 minggu (kecuali perlakuan tanpa inokulasi *R. solani*) masing-masing diinokulasikan dengan 10 g inokulum *R. solani* ke bagian pangkal tanaman dengan cara ditabur. Perlakuan formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati diberikan kembali dengan cara menyemprotkan formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati ke tiap pangkal tanaman yang baru saja diinokulasikan dengan dosis aplikasi 2 Kg/ha formulasi bakteri *B. subtilis* dan 3 L/ha ekstrak nabati.

Variabel yang diamati adalah skor penyakit, tinggi tanaman pada 2, 4, dan 6 minggu setelah inokulasi (msi), dan hasil panen. Skor penyakit hawar pelepah kemudian ditransformasi ke rumus persentase serangan yaitu :

$$I = \frac{\sum (ni \times vi)}{ZN} \times 100\%$$

dengan:

I = Intensitas penyakit

n = Jumlah pelepah yang terserang pada setiap kategori

v = Nilai skor pada setiap pelepah yang terserang

Z = Nilai skor tertinggi

N = Jumlah pelepah yang diamati pada setiap serangan

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Seleksi Pestisida Nabati.** Hasil pengujian *in vitro* pada media PDA menunjukkan bahwa potensi daya hambat terbaik terhadap pertumbuhan cendawan *R. solani in vitro* ditunjukkan oleh perlakuan ekstrak rimpang kunyit dengan tingkat hambat sebesar 27% dan ekstrak daun sirih dan daun cengkeh masing-masing sebesar 19,4% dan 18,7%. Sedangkan hasil pengujian sifat antagonis ekstrak nabati terhadap bakteri *B. subtilis* memperlihatkan bahwa dari lima jenis ekstrak nabati yang diujikan, semuanya menampakan penolakan terhadap pertumbuhan bakteri *B. subtilis*, hal ini menunjukkan bahwa semua bahan nabati diduga mengandung senyawa kimia yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri antagonis *B. subtilis* (Tabel 1).

Ekstrak nabati yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *R. solani* pada media padat PDA mengindikasikan bahwa bahan nabati tersebut memiliki mekanisme penghambatan secara antibiosis. Kunyit mengandung senyawa kimia berupa minyak volatil (keton sesuiterpen, turmeron, zingiberen, felandren, sabinen, borneol, dan sineil) yang bersifat sebagai fungisida (Setiawati *et al.*, 2008). Ekstrak daun sirih mengandung senyawa aromatik seperti hidroksikavikol, kavikol, dan betlepenol, senyawa-senyawa aktif tersebut mampu menekan pertumbuhan cendawan patogen dengan cara mengganggu dinding sel atau menghambat permeabilitas dinding sel cendawan sehingga komponen penting seperti protein keluar dari sel dan sel cendawan berangsur-angsur mati (Sekarsari *et al.*, 2013).

Ekstrak daun cengkeh mengandung minyak dan komponen minyaknya seperti senyawa eugenol, eugenol asetat dan  $\beta$ -caryophyllene efektif mengendalikan patogen penyebab penyakit hawar pelepah *R. solani* (BBPPTP Ambon, 2015). Lengkuas mengandung minyak atsiri yang sifatnya sebagai antifungi (Sumayani

*et al.*, 2008), sehingga efektif digunakan untuk mengendalikan cendawan patogen.

Ekstrak lengkuas menghambat pertumbuhan bakteri *B. subtilis* karena lengkuas mengandung minyak atsiri yang bersifat sebagai antibakteri. Minyak atsiri yang dikandung oleh lengkuas antara lain alkohol, flavonoid, dan senyawa fenol yang ketiganya bersifat sebagai bakterisidal (Sumayani *et al.*, 2008). Senyawa fenol bersifat sebagai koagulator protein, sehingga akan mengganggu pembentukan dinding sel bakteri pada akhirnya bakteri kehilangan kemampuan membentuk koloni dan menyebabkan kematian sel (Darwis *et al.*, 2013). Hasil pemberian ekstrak kenikir juga menghambat pertumbuhan bakteri *B. subtilis*. Daun kenikir (*Cosmos caudatus*) mengandung flavonoid polifenol dan minyak atsiri, akarnya mengandung hidroksieugenol dan koniferil alkohol yang memiliki efek antibakteri (Sarmoto & Sulistyorini, 2015).

Kandungan bahan kimia dari tanaman cengkeh berperan aktif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme, termasuk menghambat pertumbuhan koloni bakteri *B. subtilis*. Serasah daun cengkeh sangat efektif secara *in vitro* sebagai antibiotik bakterisida terhadap beberapa bakteri termasuk *B. subtilis* (Asman *et al.*, 1997). Profit metabolit sekunder dan ekstrak etanol dari daun sirih yaitu senyawa fenol memiliki aktifitas antibakteri sehingga efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *B. subtilis* (Sholeh, 2009).

Kemampuan ekstrak nabati dalam menekan perkembangan cendawan *R. solani* (Gambar 1) ditunjukkan pada perlakuan ekstrak rimpang kunyit, ekstrak daun sirih, dan ekstrak daun cengkeh yang dapat menghambat pertumbuhan cendawan *R. solani*, sedangkan kontrol cendawan *R. solani* berkembang pada seluruh media dalam petri.

Perkembangan formulasi *B. subtilis* yang terhambat akibat pemberian bahan ekstrak nabati tertera pada Gambar 2. Nampak pada perlakuan kontrol *B.*

Tabel 1. Tingkat hambat lima jenis ekstrak nabati terhadap cendawan *R. solani* dan uji antagonistik terhadap formulasi *B. subtilis*

Ekstrak Nabati	Tingkat hambat relatif (%) ekstrak nabati terhadap	
	Cendawan <i>R. solani</i>	Formulasi <i>B. subtilis</i>
Kontrol	0,0 c	0,9 b
Daun sirih	19,4 ab	1,5 ab
Kenikir	2,7 bc	1,2 ab
Rimpang kunyit	27,0 a	1,8 a
Daun cengkeh	18,7 ab	1,4 ab
Lengkuas	4,5 bc	1,1 b

Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey 5%.

*subtilis* pertumbuhannya menyebar pada seluruh media dalam petri setelah 24 jam masa inkubasi, namun pada perlakuan dengan kombinasi nabati ekstrak daun cengkeh, daun sirih, dan lengkuas, pertumbuhan bakteri antagonis *B. subtilis* terhambat.

**Uji Keefektifan Biopestisida Formulasi *B. subtilis* dan Pestisida Nabati.** Hasil pengujian biopestisida formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati di lapangan menunjukkan bahwa kejadian penyakit hawar pelepah dan upih daun pada tanaman jagung akibat masing-masing perlakuan beragam. Perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis*, ekstrak daun cengkeh, dan daun sirih memberikan kejadian penyakit terendah berturut-turut yaitu 39,1%, 37,4% dan 36,7% dibandingkan perlakuan tunggal ekstrak rimpang kunyit dan perlakuan kombinasi lainnya. Perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis*, ekstrak daun cengkeh, dan daun sirih tidak berbeda nyata satu sama lain, bahkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan fungisida, termasuk perlakuan kontrol. Namun, ketiga perlakuan tunggal tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi formulasi *B. subtilis* dan ekstrak daun cengkeh (Tabel 2).

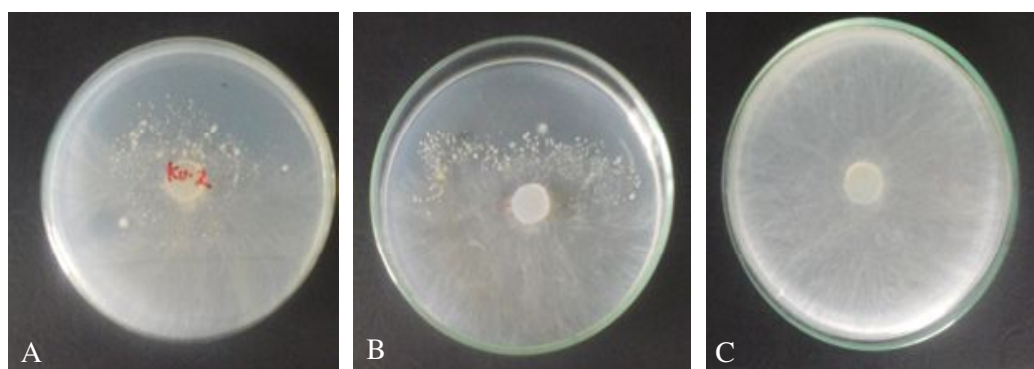
Formulasi *B. subtilis*, daun cengkeh, dan daun sirih menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang mampu menekan perkembangan cendawan patogen. Penambahan sumber karbon dari formulasi *B. subtilis* akan meningkatkan produksi enzim hidrolitik yang diketahui dapat mendegradasi dinding sel cendawan patogen (Nalisha *et al.*, 2006). Didukung hasil penelitian Suryadi *et al.* (2015) bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan dari ekstrak bakteri *B. cereus* 11UJ yakni *cyclolanostan* dapat menghambat pertumbuhan cendawan *R. solani*. Khaeruni *et al.* (2011) melaporkan, pencampuran tiga isolat rizobakteri indigenus *B. subtilis* ST21b, *B. cereus* ST21e, dan *Serratia* galur SS29a yang

diformulasikan dalam bahan pembawa gambut dan lempung mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat sampai 60%.

Jumlah antibiotik yang dihasilkan oleh *B. subtilis* sebanyak 66 terutama dari golongan polipeptida diantaranya polimiksin, difisidin, subtilin, mikobasilin, dan basitrasin (Awais *et al.*, 2010). Persentase serangan penyakit yang cenderung rendah pada perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis* diduga karena bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk menghasilkan atau memproduksi senyawa metabolit sekunder, seperti antibiotik yang mampu menekan perkembangan patogen dan enzim kitinase yang mampu mendegradasi kitin yang merupakan salah satu komponen penyusun dinding sel *R. solani* sehingga perkembangan cendawan tersebut terhambat akibat adanya aktivitas bakteri di sekitar perakaran tanaman (Khaeruni *et al.*, 2014). Fatima *et al.* (2009) mengemukakan bahwa penggunaan rizobakteri mampu meningkatkan ketahanan tanaman gandum terhadap *R. solani*.

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa tingginya pertumbuhan tanaman pada perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis* (255 cm pada 6 MSI) diduga karena tanaman dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan yang diproduksi oleh bakteri *B. subtilis* (Tabel 3). Beberapa senyawa kimia yang dihasilkan oleh *B. subtilis* antara lain auksin, giberelin, dan sitokinin memediasi proses pertumbuhan tanaman termasuk pembesaran sel dan akar tanaman (Choudhary & Johri, 2009).

Meningkatnya pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari interaksi saling menguntungkan antara *B. subtilis* dengan tanaman. Hal ini diduga menjadi penyebab postur tanaman dan hasil panen lebih tinggi. Wartono *et al.* (2015) melaporkan bahwa *B. subtilis* mengkoloni perakaran karena memerlukan senyawa



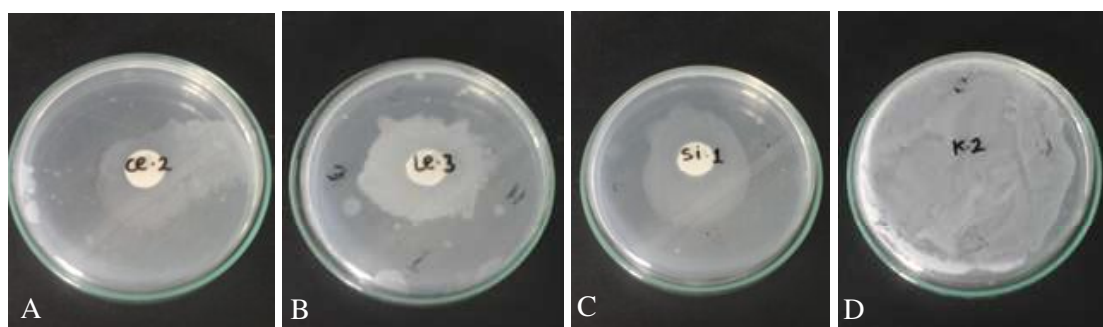
Gambar 1. (A) Pertumbuhan miselia *R. solani* + ekstrak rimpang kunyit; (B) *R. solani* + ekstrak daun sirih; (C) *R. solani* pada perlakuan kontrol setelah 3 hari masa inkubasi.

metabolit yang dihasilkan tanaman sebagai nutrisinya. Setelah terakumulasi pada perakaran tanaman, bakteri tersebut akan menghasilkan zat pengatur tumbuh, yang mampu menginduksi perakaran tanaman untuk tumbuh dengan baik. Dengan perakaran yang baik maka daya tembus dan daya serap akar terhadap nutrisi akan menjadi lebih baik.

Morfologi tanaman yang baik dan rendahnya intensitas penyakit berimplikasi terhadap peningkatan hasil panen. Tabel 4. menunjukkan bahwa bobot tongkol dan jumlah tongkol dari perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis* berpengaruh positif. Meskipun pada hasil panen tidak berbeda nyata antar perlakuan namun pada pengamatan bobot panen dan jumlah tongkol berbeda nyata antar beberapa perlakuan.

Hasil pengujian formulasi *B. subtilis*, bobot tongkol mencapai 13,5 kg, dengan rata-rata jumlah

tongkol sebanyak 73 tongkol, demikian juga pengaruhnya terhadap hasil panen mencapai 8,4 ton/ha. Kondisi ini diduga karena efek dari perlakuan formulasi yang diinokulasikan pada benih sehingga morfologi tanaman dan hormon pertumbuhan bisa bekerja lebih cepat dan lebih baik. Hal ini dikuatkan oleh hasil penelitian Muis & Quimio (2006) bahwa perlakuan benih dengan menggunakan formulasi *B. subtilis* dapat menekan *R. solani* dan meningkatkan hasil panen jagung hingga 27% pada plot kecil, dan tidak berdampak negatif pada vigor benih. Zongzheng *et al.* (2009) melaporkan perlakuan benih dengan aplikasi formulasi *B. subtilis* SY1 memberikan efek yang baik dalam memendekkan waktu perkecambahan, meningkatkan pertumbuhan embrio tanaman, vigor benih, dan pertumbuhan tanaman secara signifikan.



Gambar 2. Formulasi *B. subtilis* yang menunjukkan penolakan terhadap ekstrak nabati yang diberikan; A. Ekstrak cengkeh vs *B. subtilis*, B. Ekstrak lengkuas vs *B. subtilis*, C. Ekstrak daun sirih vs *B. subtilis*, D. Kontrol (formulasi *B. subtilis*)

Tabel 2. Rata-rata persentase serangan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada beberapa perlakuan pengendalian pada 6 MSI

Perlakuan	Rata-rata kejadian penyakit (%)
Formulasi <i>B. subtilis</i>	39,1 (36,0) bc
Ekstrak daun cengkeh	37,4 (37,0) bc
Eksrak daun sirih	36,7 (37,0) bc
Ekstrak rimpang kunyit	64,8 (53,7) ab
Formulasi <i>B. subtilis</i> + Ekstrak daun cengkeh	73,7 (59,2) a
Formulasi <i>B. subtilis</i> + Ekstrak daun sirih	46,7 (43,2) abc
Formulasi <i>B. subtilis</i> + Ekstrak rimpang kunyit	52,8 (46,8) abc
Fungisida b.a mankozeb	32,4 (33,0) bc
Kontrol positif (inokulasi <i>R. solani</i> )	56,1 (48,6) ab
Kontrol negatif (tanpa inokulasi <i>R. solani</i> )	20,5 (26,1) c
KK (%)	26,8

Angka yang berada di dalam kurung adalah hasil transformasi  $\text{Arc sin} \sqrt{\%}$ , angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Tabel 3. Tinggi tanaman pada pengujian kombinasi biopestisida formulasi *B. subtilis* dan pestisida nabati selama tiga kali pengamatan

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		
	2 MSI	4 MSI	6 MSI
Formulasi <i>B. subtilis</i>	187,4 a	240,3 abc	255,0 ab
Ekstrak daun cengkeh	133,3 bc	204,3 def	216,3 de
Eksrak daun sirih	139,4 bc	219,5 bcde	231,2 bcd
Ekstrak rimpang kunyit	136,8 bc	202,7 ef	215,6 de
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak daun cengkeh	150,4 abc	215,4 cdef	227,6 cde
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak daun sirih	138,1 bc	220,3 bcde	232,4 bcd
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak rimpang kunyit	120,9 c	188,8 f	204,2 e
Fungisida b.a mankozeb	169,6 ab	246,0 ab	258,0 a
Kontrol positif (inokulasi <i>R. solani</i> )	152,1 abc	248,3 a	260,5 a
Kontrol negatif (tanpa inokulasi <i>R. solani</i> )	168,8 ab	232,0 abcd	244,2 abc
KK (%)	16,1	6,6	5,8

Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%; MSI= minggu setelah inokulasi.

Tabel 4. Hasil panen tongkol jagung pada uji formulasi *B. subtilis* dan kombinasi pestisida nabati

Perlakuan	Bobot tongkol (kg)	Jumlah tongkol (tongkol)	Hasil panen (ton/ha)
Formulasi <i>B. subtilis</i>	13,5(3,7) a	73,3(8,5) a	8,4(91,2) a
Ekstrak daun cengkeh	9,8(3,2) ab	33,3(5,8) cde	6,1(76,8) a
Eksrak daun sirih	9,4(3,1) ab	48,0(7,0) abc	5,7(73,3) a
Ekstrak rimpang kunyit	6,4(2,6) ab	23,3(4,9) e	4,0(62,8) a
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak daun cengkeh	6,6(2,7) ab	35,3(6,0) cde	4,0(63,3) a
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak daun sirih	10,8(3,3) ab	43,7(6,6) bcd	6,7(80,9) a
Formulasi <i>B. subtilis</i> + ekstrak rimpang kunyit	6,6(2,6) b	27,3(5,3) de	4,2(62,5) a
Fungisida b.a mankozeb	11,7(3,5) ab	62,0(7,9) ab	7,2(84,3) a
Kontrol positif (inokulasi <i>R. solani</i> )	11,9(3,5) ab	64,0(8,0) ab	7,4(86,3) a
Kontrol negatif (tanpa inokulasi <i>R. solani</i> )	12,0(3,5) ab	64,0(7,9) ab	7,6(86,0) a
KK (%)	18,0	12,9	19,5

Angka yang berada di dalam kurung adalah hasil transformasi Arc sin $\sqrt{\%}$ , angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

## SIMPULAN

Ekstrak daun sirih, ekstrak kenikir, rimpang kunyit, daun cengkeh, dan ekstrak lengkuas memiliki potensi menekan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada jagung. Ekstrak rimpang kunyit memiliki potensi yang paling tinggi untuk menekan *R. solani* dengan tingkat

hambat sebesar 27%. Perlakuan tunggal formulasi *B. subtilis* dapat menekan perkembangan penyakit hawar pelepah dan upih daun pada jagung dengan persentase serangan penyakit 39,1% dan dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan hasil panen mencapai 8,4 ton/ha.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali HZ & Nadarajah K. 2013. Evaluating the efficacy of *Trichoderma* isolates and *Bacillus subtilis* as biological control agent against *Rhizoctonia solani*. *Res. J. Appl. Sci.* 8(1): 72-81.
- Asman, Tombe AM, & Manohara D. 1997. Peluang produk cengkeh sebagai pestisida nabati. *Monograf tanaman cengkeh*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Awais M, Pervez A, Yaqub A, & Shah MM. 2010. Production of antimicrobial metabolites by *Bacillus subtilis* immobilized in Polyacrylamide gel. *Pakistan J. Zool.* 42(3): 267-275.
- BBPPTP Ambon. 2015. *Serasah daun cengkeh yang masih bermanfaat*. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/>. Diakses tanggal 26 Agustus 2015.
- Budi IS, Mariana, & Fachruzi I. 2011. Aplikasi kombinasi jamur endofit dan bakteri rizosfir dalam mengendalikan penyakit busuk pangkal batang *Rhizoctonia* di lahan pasang surut tipe D. *Agroscientiae* 18(3): 172-177.
- Choudhary DK & Johri BN. 2009. Interactions of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiol. Res.* 164(5): 493-513.
- Darwis W, Chandra D, Muslim C, & Supriati R. 2013. Uji efektifitas ekstrak rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata* K.Schum) sebagai antibakteri *Escherichia coli* penyebab diare. *Konservasi hayati* 9(1): 7-12.
- Fatima Z, Saleemi M, Zia M, Sultan T, Aslam M, Rehman R, & Chaudhary MF. 2009. Antifungal activity of plant growth-promoting rhizobacteria isolates against *Rhizoctonia solani* in wheat. *African J. Biotechnol.* 8(2): 219-225.
- Gimenez C, Cabrera R, Reina M, & Gonzalez-Coloma A. 2007. Fungal endophytes and their role in plant protection. *Curr. Org. Chem* 11: 707-720.
- Grover M, Nain L, Singh SB, & Saxena AK. 2010. Molecular and biochemical approaches for characterization of antifungal trait of a potent biocontrol agent *Bacillus subtilis* RP24. *Curr. Microbiol.* 60(2): 99-106.
- Huang Y, Zhao J, Zhau L, Wang J, Gong Y, Chen X, Guo Z, Wang Q, & Jiang W. 2010. Antifungal activity of the essential oil of *Illicium verum* fruit and its main component *trans*-anethole. *Molecules.* 15(11): 7558-7569.
- Khaeruni A, Syair, & Sarmiza. 2011. The effectiveness of rhizobacteria mixture to control fusarium wilt disease and stimulate tomato plant growth in ultisol soil. Proceeding of the International Seminar and the 21st Congress of Indonesian Phytopathology Society. December 3-5 2011. Solo.
- Khaeruni A, Asniah, Taufik M, & Sutariati GAK. 2014. Aplikasi formulasi campuran rizobakteri untuk pengendalian penyakit busuk akar *Rhizoctonia* dan peningkatan hasil kedelai di tanah ultisol. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(2): 37-44.
- Kumar A, Saini P, & Shrivastava JN. 2009. Production of peptide antifungal antibiotic and biocontrol activity of *Bacillus subtilis*. *Indian J. Exp. Biol.* 47(1): 57-62.
- Muis A. 2006. Biomass production and formulation of *Bacillus subtilis* for biological control. *Indonesian J. Agric. Sci.* 7(2): 51-56.
- Muis A & Quimio AJ. 2006. Biological control of banded leaf and sheath blight disease (*Rhizoctonia solani* Kuhn) in corn with formulated *Bacillus subtilis* BR23. *Indonesian J. Agric. Sci.* 7(1): 1-7.
- Nalisha I, Muskhazli M, & Farizan TN. 2006. Production of bioactive compounds by *Bacillus subtilis* against *Sclerotium rolfsii*. *Malaysian J. Microbiol.* 2(2): 19-23.
- Rustam, Giyanto, Wiyono S, Santosa DA, & Susanto S. 2011. Seleksi dan identifikasi bakteri antagonis sebagai agens pengendali hayati penyakit hawar pelepah padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(3): 164-171.
- Sarmoto & Sulistyorini E. 2015. *Kenikir* (*Cosmos caudatus* Kunth.). <http://ccrc.farmasi.ugm.ac.id>. Diakses 24 Agustus 2015.
- Sekarsari RA, Prasetyo J, & Maryono T. 2013. Pengaruh beberapa fungisida nabati terhadap keterjadian penyakit bulai pada jagung manis (*Zea mays saccharata*). *J. Agrotek Tropika* 1(2): 98-101.



- Setiawati W, Murtiningsih R, Gunaeni N, & Rubiati T. 2008. *Tumbuhan bahan pestisida nabati dan cara pembuatannya untuk pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT)*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Bandung Barat.
- Sholeh SN. 2009. Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak n-heksana dan etanol daun sirih (*Piper betle* Linn.) serta identifikasi senyawa aktifnya. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Sumayani, Kusdarwati R, & Cahyoko Y. 2008. Daya antibakteri perasan rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* secara *in vitro*. *Berkala Ilmiah Perikanan* 3(1): 83-87.
- Supriadi. 2006. Analisis risiko agens hayati untuk pengendalian patogen pada tanaman. *J. Litbang Pert.* 25(3): 75-80.
- Supriadi. 2013. Optimasi pemanfaatan beragam jenis pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. *J. Litbang Pert.* 32(1): 1-9.
- Suryadi Y, Samudra IM, Priyatno TP, Susilowati DN, Lestari P, & Sutoro. 2015. Aktivitas anticendawan *Bacillus cereus* 11UJ terhadap *Rhizoctonia solani* and *Pyricularia oryzae*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 11(2): 35-42.
- Wartono, Suryadi Y, & Susilowati DN. 2012. Keefektifan formulasi bakteri *Burkholderia cepacia* isolat E76 terhadap *Rhizoctonia solani* Kühn pada pertumbuhan tanaman padi di laboratorium. *Jurnal Agrotropika* 17(2): 39-42.
- Wartono, Giyanto, & Mutaqin KH. 2015. Efektivitas formulasi spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai agen pengendali hayati penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 34(1): 21-28.
- Zongzheng Y, Xin L, Zhong L, Jinzhao P, Jin Q, & Wenyan Y. 2009. Effect of *Bacillus subtilis* SY1 on antifungal activity and plant growth. *Int. J. Agric. & Biol. Eng.* 2(4): 55-61.